

Relay Protection of Over Voltage, Under Voltage and Unbalance Voltage Magnitude Based on Visual Basic Using Arduino Mega

Kukuh Widarsono^{1*}, Moh. Jauhari¹, Anggika Lutfi Dzuhuri¹

¹Jurusan Teknik Listrik Industri, Politeknik Negeri Madura,
Sampang, Indonesia
kukuh.widarsono@gmail.com

Abstract--*Electrical energy is widely used by most humans, especially the use of electrical loads that are sensitive to damage. To secure electrical loads that are sensitive to damage, protection system are needed, especially in this problem is the voltage disturbance.*

This research tries to solve the problem of over voltage, under voltage and unbalance voltage with a visual basic based voltage protection system.

This system research use visual basic as an interface and as a data logger to facilitate the operator in analyzing disturbances, and with the help of the Arduino Mega2560 microcontroller which can be used to process and send data to visual basic. This protection system has a tolerance of +10% and -5% of the set point voltage (mesh). Thus this research is expected to help users to more easily monitor and analyze interference.

Keywords: *Protection system, Over voltage, Under voltage, Unbalance voltage, Visual basic, Interface, Arduino Mega2560.*

I. PENDAHULUAN

Energy listrik adalah salah satu energi yang paling banyak dimanfaatkan manusia diseluruh dunia, penggunaan energy listrik sangat bervariasi seperti halnya di industri, tempat-tempat umum, pendidikan, serta rumah tangga, peralatan yang menggunakan energi listrik harus memiliki kualitas daya yang baik seperti tegangan, arus, frekuensi yang layak dan baik.

Untuk meningkatkan kualitas listrik yang baik peralatan-peralatan listrik dilengkapi dengan alat proteksi yang digunakan untuk melindungi peralatan yang sensitif akan kerusakan, alat proteksi dalam kelistrikan pada umumnya adalah proteksi tegangan, proteksi arus, proteksi frekuensi, proteksi hubung singkat, alat-alat proteksi ini berfungsi mencegah peralatan atau beban agar tidak rusak karena adanya gangguan tersebut. Oleh sebab itu proteksi listrik sangatlah penting untuk melindungi peralatan atau

beban-beban listrik, PLN sendiri sudah memberi peraturan tegangan lebih atau kurang yang diizinkan adalah +10% dan -5%.

Dalam proteksi beban-beban tersebut, terdapat beberapa penelitian yang sudah meneliti diantaranya

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada Pembuatan Alat Proteksi *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* pada beban 3 fasa Dilengkapi Tampilan Nilai Arus Beban Menggunakan Komunikasi Antarmuka *Visual Basic* terdapat acuan yang berhubungan dengan konsep yang akan dilakukan, antara lain:

Nugraha, Bagus Arya dalam jurnal yang berjudul “*Rancang Bangun Relai Sistem Proteksi Undervoltage dan Overvoltage Berbasis Mikrokontroler*”. Jurnal ini menjelaskan tentang perlindungan pada peralatan-peralatan listrik dari gangguan *overvoltage* dan *undervoltage* pada jala-jala listrik yang menyebabkan kerusakan, menggunakan potensial trafo yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler arduino uno sebagai pengendali relai otomatis jika terjadi gangguan[1].

Raharja, Lucky Pradigta Setiya And Sudiharto, Indhana And Sunamo, Epyk (2011). “*Sistem Pengaman Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Gangguan Unbalance Voltage Dan Overload*” jurnal ini menjelaskan tentang pengaman yang bekerja dengan cara membandingkan *setpoint* dan parameter tegangan serta arus yang disensor dari motor induksi 3 fasa sebagai beban dari sistem[2].

Handajadi Wiwik, Sholeh Ahmad dalam jurnal yang berjudul “*Pembacaan Output Timbangan Digital Jarak Jauh Dengan Menggunakan Pemrograman Visual Basic 6.0*” jurnal ini menjelaskan tentang pengukuran yang berat yang diukur oleh sensor lalu diproses oleh koverter analog ke digital dan mikrokontroler menggunakan TTL di konversi ke RS232. Menampilkan hasil pengukuran menggunakan PC dengan *Visual Basic 6.0 Programming*[3].



2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik terdiri dari SUB-Sistem Pembangkitan, SUB-Sistem Transmisi, dan SUB-Sistem Distribusi. Daya yang dibangkitkan oleh generator akan disalurkan, untuk mengurangi kerugian daya listrik, dari sistem pembangkitan tegangan dinaikkan sampai tegangan ekstra tinggi menggunakan trafo *step up*, kemudian dihubungkan dengan saluran transmisi dan distribusi. Pada beban, tegangan listrik jaringan rendah diturunkan menggunakan trafo *step down* menjadi 380 Volt *line to line*.

2.2.2 Sistem Proteksi

Sistem tenaga listrik yang diharapkan adalah tidak adanya gangguan dalam jaringannya, namun pada kenyataannya sistem kelistrikan tidak seperti yang diharapkan, terdapat permasalahan atau gangguan dalam kelistrikan, kondisi yang tidak sesuai yang diharapkan ini dapat mengakibatkan kerusakan pada kelistrikan, sehingga diperlukan adanya sistem proteksi yang dapat mengurangi kerusakan pada peralatan kelistrikan akibat gangguan tersebut. Fungsi dari sistem proteksi adalah untuk mendeteksi dan mengamankan gangguan pada bagian jaringan listrik yang terganggu agar bagian yang masih dalam kondisi normal tidak terkena dampaknya.

Sistem proteksi harus memenuhi persyaratan yaitu, Ketelitian (*Selective*) yang artinya harus dapat mengamankan suatu alat dari sistem tenaga listrik dalam jangkauan pengamanannya, Keandalan (*Reability*) yang artinya harus bekerja sesuai dengan gangguan dari jaringan listrik dan tidak boleh bekerja bila tidak ada gangguan, Kecepatan (*Speed*) yang artinya cepat dalam pengeksekusian dari sistem proteksi tersebut bila terjadi gangguan, Kepekaan (*Sensitive*) yang artinya dapat mendeteksi atau sensitif pada awal mula terjadinya gangguan pada kelistrikan.

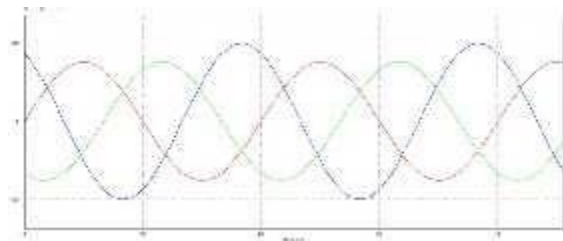
2.2.3 Jenis-jenis Gangguan Tegangan

Ada beberapa jenis gangguan dari tegangan, diantaranya adalah, tegangan lebih (*overvoltage*), tegangan kurang (*undervoltage*), tegangan tidak seimbang (*unbalance voltage*), tegangan kedip (*sag* dan *swell*), *interruption*. Pada tugas akhir ini jenis gangguan yang akan di proteksi adalah gangguan lebih (*overvoltage*), dan tegangan kurang (*undervoltage*).

2.2.3.1 Tegangan Lebih (*Over Voltage*)

Over voltage adalah peningkatan tegangan AC lebih dari 110% untuk durasi yang lama lebih dari 1 menit (*long Duration*). Tegangan lebih biasanya dapat diakibatkan sistem terlalu lemah untuk pengaturan tegangan yang diinginkan atau tegangan berlebih sistem. Dibuktikan untuk perhitungan persamaan dari *over voltage* adalah:

$$E \quad M = V_f (L - L) + V_f \times \frac{1}{1} \quad (2.1)$$

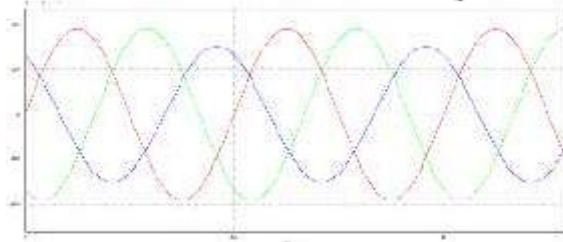


Gambar 2.1 Gelombang Sinusoidal *Over Voltage*

2.2.3.2 Tegangan Kurang (*Under Voltage*)

Under Voltage adalah penurunan tegangan AC sebesar lebih dari 90% tegangan nominal dalam waktu yang cukup lama atau lebih dari 1 menit, juga termasuk gangguan *long duration*. Yang disebabkan oleh pengkawatan yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih. Dibuktikan untuk perhitungan persamaan dari *under voltage* adalah:

$$E \quad M = V_f (L - L) + V_f \times \frac{1}{1} \quad (2.2)$$



Gambar 2.2 Gelombang Sinusoidal *Under Voltage*

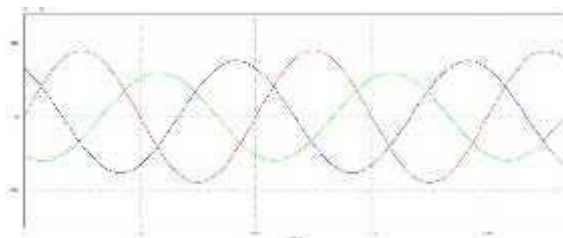
2.2.3.3 Tegangan Tidak Seimbang (*Unbalance*)

Unbalance Voltage adalah perubahan nilai tegangan dalam sistem tenaga listrik dimana besar tegangan atau beda sudut tegangan diantara tegangan tiga fasa tidak sama. Dibuktikan untuk perhitungan persamaan dari *unbalance voltage* adalah:

$$V_d = \frac{V_R + V_S + V_T}{3} \quad (2.3)$$

$$V_d = S \quad h \quad V \quad a \quad f \quad (2.4)$$

$$\%u_i = \frac{V_d}{V_n} \times 100 \quad (2.5)$$

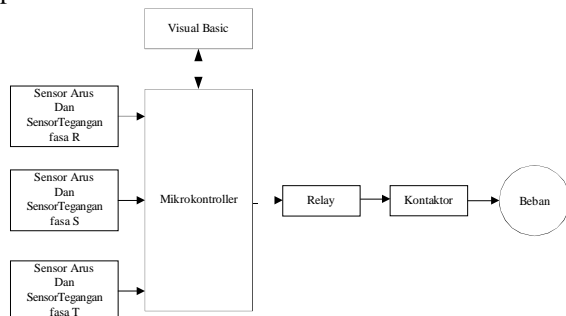


Gambar 2.3 Gelombang Sinusoidal *Unbalance Voltage*



2.2.4 Konfigurasi Sistem Proteksi

Konfigurasi pada sistem proteksi ini terdiri dari beberapa komponen yaitu, sensor tegangan, sensor arus, *relay*, kontaktor, dan mikrokontroler. Dari beberapa komponen tersebut memiliki fungsi sendiri-sendiri. Konfigurasi komponen dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Konfigurasi Komponen

Pada gambar 2.4 adalah gambar konfigurasi komponen dari sistem pengaman, masing-masing komponen memiliki fungsi tersendiri, antara lain:

- a. **Sensor arus**
Sensor arus berfungsi untuk *sensing* masing-masing arus pada sumber 3 fasa, arus yang dibaca dari beban adalah arus AC sehingga harus menggunakan komponen sensor arus yang mengeluarkan data berupa arus DC supaya dapat dibaca oleh mikrokontroler melalui pembacaan ADC sensor arus.
- b. **Sensor tegangan**
Sensor tegangan berfungsi untuk *sensing* masing-masing sumber tegangan 3 fasa, sumber tegangan yang dibaca adalah merupakan tegangan AC sehingga harus dijadikan tegangan DC terlebih dahulu agar data dari sensor tegangan dapat dibaca dan diolah oleh mikrokontroler untuk mengetahui nilai ADC sensor tegangan.
- c. **Mikrokontroler**
Berfungsi sebagai pengolah data dari sensor arus dan tegangan, serta *relay* agar sistem bekerja secara sekuensial. Mikrokontroler yang digunakan dalam tugas akhir ini berjenis Arduino Mega.
- d. **Visual basic**
Berfungsi sebagai komunikasi antar muka, menggunakan komunikasi serial yang diolah dan dikirimkan dari mikrokontroler.
- e. **Relay**
Relay pada konfigurasi ini digunakan sebagai *switch*, yaitu sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik, *relay* tersebut diperintahkan oleh mikrokontroler difungsikan sebagai penghubung bila tidak terjadi gangguan dan difungsikan sebagai pemutus ketika terjadi gangguan *over*

voltage, *under voltage* dan *unbalance voltage*. *Relay* ini juga difungsikan untuk mengaktifkan kontaktor magnetik yang digunakan untuk mengalirkan dan memutus aliran listrik ke beban 3 fasa.

f. Kontaktor Magnetik

Kontaktor magnetik berfungsi sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik yang diaktifkan melalui *relay*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

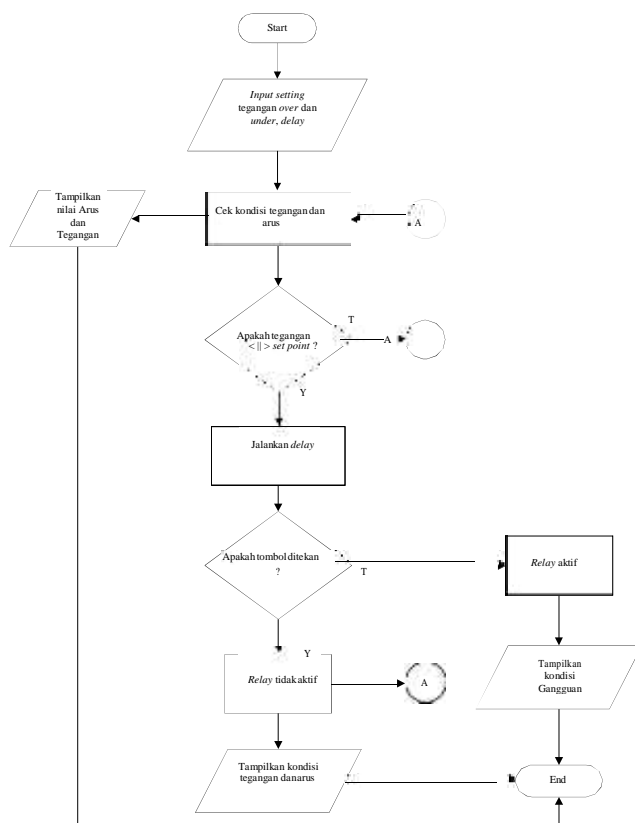
Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah dengan membuat suatu sistem proteksi menggunakan mikrokontroler. Rangkaian ini digunakan untuk mengontrol sensor arus, sensor tegangan, *driver relay* dan tampilan tegangan pada *visual basic*. Adapun proteksi yang dikontrol adalah *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* pada beban 3 fasa. Sensor tegangan digunakan sebagai pendeteksi gangguan dari tegangan pada masing-masing fasa R-S-T sehingga apabila tegangan yang mengalir tidak sesuai dengan *setpoint* dari beban, maka pada mikrokontroler akan memerintahkan *relay* untuk mengaktifkan kontaktor magnetik untuk mengamankan beban dari gangguan *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage*.

Pembacaan nilai ADC dari sensor tegangan sangat menentukan sistem proteksi yang akan bekerja pada alat ini, sensor tegangan dirancang untuk *men-sensing* masing-masing tegangan pada fasa R-S-T. Pembacaan hasil dari sensor tegangan akan diolah oleh mikrokontroler. Ketika tegangan tidak sesuai dengan *setpoint* tegangan maka sistem tersebut terdeteksi adanya gangguan, maka seluruh *relay* akan mengaktifkan kontaktor dan memutus aliran listrik pada beban 3 fasa.

Pada alat proteksi *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* proses *input* dan *interface* menggunakan *visual basic*, *software* ini berfungsi sebagai *input set point* dari tegangan lebih dan tegangan kurang serta sebagai penampil dari nilai tegangan dan arus yang terukur dari sensor tegangan dan sensor arus, *visual basic* menggunakan komunikasi serial, yang kemudian akan dikomunikasikan dengan mikrokontroler. Mikrokontroler bertugas sebagai kontrol utama, pembaca nilai sensor, menerima dan mengirim ke *software visual basic*.

Berikut runtutan proses sistem proteksi *overvoltage* dan *undervoltage* pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Flowchart Sistem

Berikut ini penjelasan dari Gambar 3.1 Sistem proteksi pada tugas akhir ini terdapat 3 mode proteksi, yaitu mode *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* pada setiap mode tersebut terdapat *setting* masukkan tegangan *set* yang diinginkan oleh user.

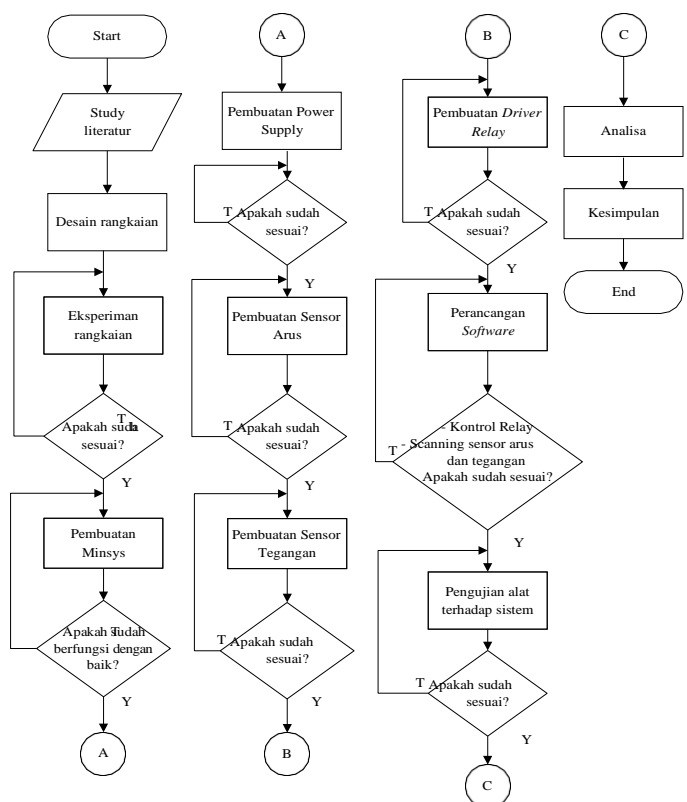
1. Masukkan *setting* tegangan *over voltage* dan *under voltage*, waktu gangguan dan *delay*. Kemudian motor di jalankan dengan mengamati tegangan terukur di *variable AC* (*variac*).
2. Membaca sensor arus dan tegangan pada tiap fasa R-N S-N T-N kemudian data dari pembacaan sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler menjadi nilai ADC dari setiap fasa.
3. Jika tegangan $VR < V_{setpoint}$, $VS < V_{setpoint}$, $VT < V_{setpoint}$ dengan waktu yang ditentukan maka terdeteksi *under voltage*. Sedangkan untuk mode 3 bila $VR > V_{setpoint}$, $VS > V_{setpoint}$, $VT > V_{setpoint}$ dengan waktu yang ditentukan maka sistem tersebut terdeteksi *over voltage*.
4. Jika tegangan antara fasa R-S-T tidak sama, maka sistem akan mendeteksi *unbalance voltage* (tegangan tidak seimbang). *voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* sehingga motor akan berhenti.

5. Data yang di tampilkan pada *visual basic* adalah nilai arus beban dan tegangan, kemudian data yang sudah di *record* akan disimpan di MS. Excel.

32 Flowchart Pembuatan Alat

Hal pertama adalah studi literatur dengan mencari referensi dari jurnal maupun internet tentang tugas akhir sebelumnya ataupun rangkaian – rangkaian pendukung yang sesuai dengan tugas akhir yang akan dibuat. Setelah referensi didapat maka hal selanjutnya adalah melakukan simulasi rangkaian yang akan digunakan pada tugas akhir ini mulai dari rangkaian *power supply*, *driver relay*, sensor arus, dan sensor tegangan. apabila simulasi rangkaian sudah dilakukan dan berhasil sesuai dengan yang diinginkan selanjutnya dilakukan perancangan *hardware* pendukung serta perancangan *software*. Dalam *software* program utama yang akan digunakan pada mikrokontroler. Setelah perancangan *software* dan *hardware* maka dilakukan pengujian untuk pengambilan data dan analisa dari tugas akhir yang telah dibuat, jika peralatan sudah memenuhi target maka dibuat kesimpulan dari pembuatan tugas akhir yang dilakukan.

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, diagram alir pengerjaan alat pada saat tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.

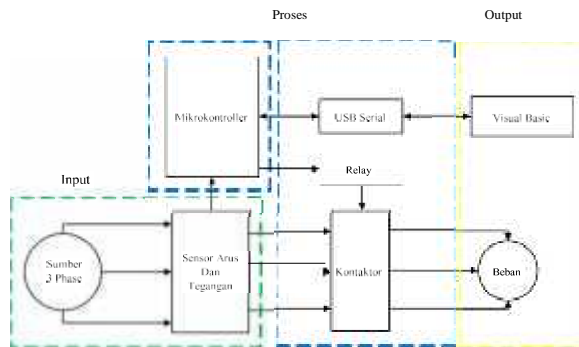


Gambar 3.2 Flowchart Pembuatan Alat



3.3 Diagram Blok Sistem

Pada rancang bangun alat proteksi *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* dilengkapi tampilan nilai arus beban menggunakan komunikasi antar muka *visual basic* akan dibuat seperti diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 3.3



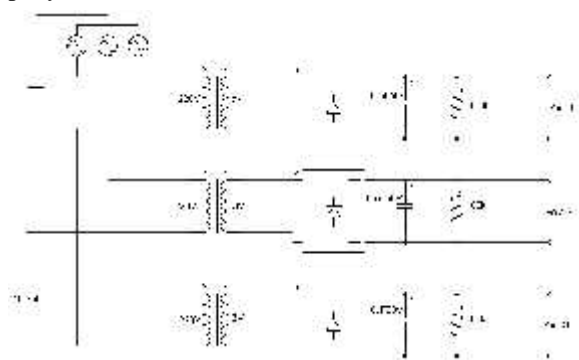
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem

3.4 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* sistem proteksi *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* pada beban 3 phasa merancang rangkaian sensor tegangan yang dapat mendeteksi tegangan gangguan *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage* serta merancang rangkaian *driver relay* yang dapat menghubungkan dan memutuskan tegangan bila terdeteksi tegangan gangguan pada beban 3 *phase*.

3.4.1 Perancangan Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mendapatkan parameter tegangan antar phasa sehingga dapat mengetahui besar tegangan phasa-phasa. Pada pembuatan sensor tegangan ini menggunakan transformator *step down* dan rangkaian penyearah.



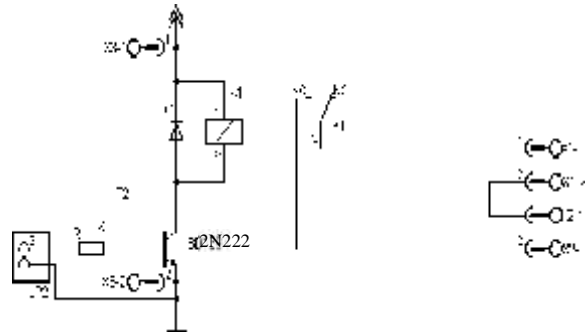
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Tegangan

Berdasarkan Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa tegangan masuk melalui trafo 220 VAC untuk diturunkan tegangannya menjadi tegangan 3 VAC. Setelah itu tegangan dirubah menjadi tegangan DC menggunakan *diode kiprok* dan diberi kapasitor untuk mengurangi *ripple* tegangan DC. Selanjutnya tegangan

DC dihubungkan pin mikrokontroler yang digunakan untuk menyesuaikan *range* tegangan pembacaan pada mikrokontroler.

3.4.2 Perancangan Driver Relay

Perancangan *driver relay* yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan kontaktor. Fungsi dari *driver relay* sebagai sakelar kontaktor pada saat menghubungkan dan memutuskan dari *driver* ke mikrokontroler.



Gambar 3.5 Rangkaian Driver Relay

Driver relay ini menggunakan *relay* 5 VDC dan di *drive* menggunakan transistor 2N222 Pada Gambar 3.5 menunjukkan gambar rangkaian *driver relay*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini juga akan diperlukan tentang pengujian dan analisa hasil pengujian.

4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian atau observasi sensor tegangan menggunakan tegangan 220VAC di *step down* menjadi 6VAC kemudian disearahkan menjadi tegangan DC 3V. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kepresisian pembacaan nilai dari tegangan yang kemudian dibandingkan pembacaan alat ukur. Dalam pengujian untuk nilai antara perhitungan dan pengukuran dibandingkan sehingga didapatkan persamaan *%error* seperti berikut:

$$R_i \% = \frac{n_p - n_{pt}}{n_p} \times 100\% \quad (4.1)$$

Dari hasil pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada tabel 4.1.



Tabel 4.1 Observasi Sensor Tegangan

| VS | Alat Ukur | | | Sensor | | | %E | | |
|------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| | R | S | T | R | S | T | R | S | T |
| 190 | 191.7 | 196 | 190.1 | 187.5 | 193.54 | 196.28 | 5.1 | 1.2 | 3.25 |
| | 191.7 | 196 | 190.1 | 186.67 | 193.54 | 196.28 | 2.6 | 1.2 | 3.25 |
| | 191.7 | 196 | 190.1 | 186.67 | 193.54 | 196.28 | 2.6 | 1.2 | 3.25 |
| | 191.7 | 196 | 190.1 | 189.14 | 194.08 | 196.01 | 1.3 | 0.9 | 3.1 |
| | 191.7 | 196 | 190.1 | 189.14 | 194.08 | 196.01 | 1.3 | 0.9 | 3.1 |
| 200 | 201.6 | 206.6 | 200.7 | 200.12 | 206.16 | 203.69 | 0.7 | 0.85 | 1.5 |
| | 201.6 | 206.6 | 200.7 | 200.12 | 206.16 | 203.69 | 0.7 | 0.85 | 1.5 |
| | 201.6 | 206.6 | 200.7 | 200.12 | 206.16 | 203.69 | 0.7 | 0.85 | 1.5 |
| | 201.6 | 206.6 | 200.7 | 200.12 | 206.16 | 203.69 | 0.7 | 0.85 | 1.5 |
| | 201.6 | 206.6 | 200.7 | 199.85 | 206.16 | 203.69 | 0.8 | 0.85 | 1.5 |
| 220 | 221 | 226.7 | 219.5 | 221.81 | 227.03 | 219.62 | 0.3 | 0.1 | 0.05 |
| | 221 | 226.7 | 219.5 | 221.81 | 227.03 | 219.62 | 0.3 | 0.1 | 0.05 |
| | 221 | 226.7 | 219.5 | 219.89 | 227.03 | 218.79 | 0.6 | 0.14 | 0.3 |
| | 221 | 226.7 | 219.5 | 219.89 | 227.03 | 218.79 | 0.6 | 0.14 | 0.3 |
| | 221 | 226.7 | 219.5 | 222.36 | 226.75 | 219.34 | 0.6 | 0.02 | 0.07 |
| 230 | 232.1 | 237.1 | 230 | 233.07 | 239.65 | 225.38 | 0.4 | 0.9 | 2.1 |
| | 232.1 | 237.1 | 230 | 236.36 | 238.56 | 225.38 | 1.8 | 0.9 | 2 |
| | 232.1 | 237.1 | 230 | 236.36 | 238.56 | 225.38 | 1.8 | 0.9 | 2 |
| | 232.1 | 237.1 | 230 | 233.89 | 238.56 | 225.38 | 0.7 | 0.9 | 2 |
| | 232.1 | 237.1 | 230 | 233.89 | 238.56 | 225.38 | 0.7 | 0.9 | 2 |
| 240 | 242.1 | 246.8 | 240.6 | 244.05 | 249.26 | 232.79 | 0.8 | 0.9 | 3.2 |
| | 242.1 | 246.8 | 240.6 | 246.52 | 249.54 | 232.79 | 1.8 | 1.1 | 3.2 |
| | 242.1 | 246.8 | 240.6 | 246.52 | 249.54 | 232.79 | 1.8 | 1.1 | 3.2 |
| | 242.1 | 246.8 | 240.6 | 247.34 | 248.99 | 233.07 | 2.1 | 0.8 | 5.7 |
| | 242.1 | 246.8 | 240.6 | 237.34 | 248.44 | 232.52 | 2.1 | 2.6 | 5.9 |
| Rata-rata (mean) error | | | | | | | 1.316 | 0.846 | 2.2208 |

4.2 Pengujian Sensor HMCT103C

Pengujian sensor ini menggunakan resistor *switch* dimana tegangan yang dipakai adalah 220VAC. Pengujian sensor arus dapat dilihat pada tabel 4.2.

Table 4.2 Pengujian Dengan Beban Resistor

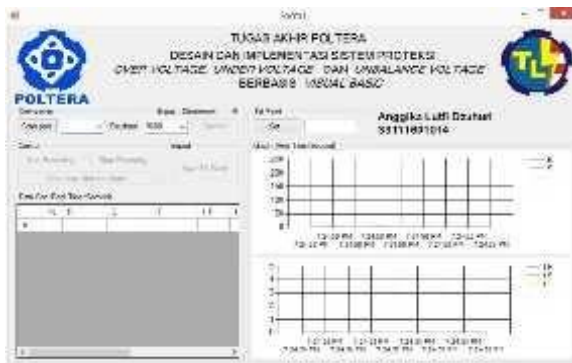
| R (Ohm) | Alat Ukur | | | Sensor | | | %E | | |
|------------------------|-----------|-------|-------|--------|------|------|----------|-----|----------|
| | R | S | T | R | S | T | R | S | T |
| 180 | 1.202 | 1.2 | 1.206 | 1.2 | 1.22 | 1.2 | 0.16 | 1.6 | 0.4 |
| 360 | 0.593 | 0.594 | 0.6 | 0.58 | 0.6 | 0.62 | 2.1 | 5.8 | 3.33 |
| 720 | 0.296 | 0.296 | 0.3 | 0.31 | 0.3 | 0.31 | 4.72 | 1.3 | 3.33 |
| Rata-rata (mean) error | | | | | | | 2.326667 | 2.9 | 2.353333 |

4.3 Pengujian Komunikasi Serial Visual Basic

Pada pengujian komunikasi *visual basic* menggunakan aplikasi Microsoft Visual Studio, yaitu dengan menggunakan komunikasi serial ke mikrokontroler dengan *baudrate* 9600, sebagai pengatur *set point*, monitoring arus, tegangan dan sebagai data *logger* untuk menyimpan data monitoring. Data dari pengujian pengiriman pembacaan sensor tegangan dan arus dapat dilihat pada table 4.3.

Dari hasil persamaan (4.1) dan tabel 4.2 pengujian dengan beban resistor rata-rata %*error* yang dihitung dalam batas toleransi dibawah 5





Gambar 4.1 Tampilan Visual Basic

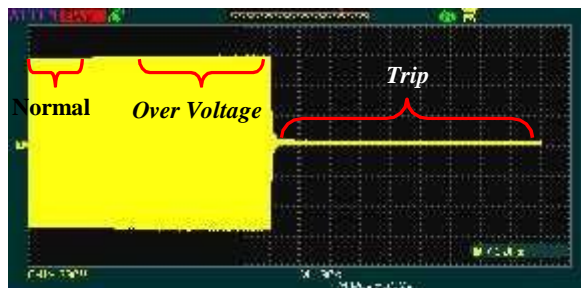
Dari data hasil pengiriman dari *microcontroller* ke *visual basic* dilakukan secara *real time* dan di *record* setiap detik, kemudian data yang telah di *record* dapat dihapus dan dapat disimpan di *Microsoft Excel*.

Table 4.3 Data Pengujian Pengiriman Pembacaan Sensor

| No | R | S | T | I_R | I_S | I_T | TIME | DATE |
|----|--------|--------|--------|------|------|------|----------|------------|
| 1 | 221.81 | 227.03 | 219.62 | 2.18 | 0.08 | 0.01 | 12.33.49 | 27-05-2019 |
| 2 | 221.81 | 227.03 | 219.62 | 2.18 | 0.08 | 0.01 | 12.33.50 | 27-05-2019 |
| 3 | 219.89 | 227.03 | 218.79 | 0.51 | 0.03 | 0 | 12.33.51 | 27-05-2019 |
| 4 | 219.89 | 227.03 | 218.79 | 0.51 | 0.03 | 0 | 12.33.52 | 27-05-2019 |
| 5 | 222.36 | 226.75 | 219.34 | 0.12 | 0.02 | 0 | 12.33.53 | 27-05-2019 |
| 6 | 222.36 | 226.75 | 219.34 | 0.12 | 0.02 | 0 | 12.33.54 | 27-05-2019 |
| 7 | 223.46 | 226.48 | 219.34 | 0.03 | 0.02 | 0 | 12.33.55 | 27-05-2019 |
| 8 | 223.46 | 226.48 | 219.34 | 0.03 | 0.02 | 0 | 12.33.56 | 27-05-2019 |
| 9 | 221.81 | 227.03 | 219.34 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.33.57 | 27-05-2019 |
| 10 | 221.81 | 227.03 | 219.34 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.33.58 | 27-05-2019 |
| 11 | 219.62 | 226.48 | 219.34 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.33.59 | 27-05-2019 |
| 12 | 220.16 | 226.75 | 218.79 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.34.00 | 27-05-2019 |
| 13 | 220.16 | 226.75 | 218.79 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.34.01 | 27-05-2019 |
| 14 | 220.71 | 225.65 | 219.07 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.34.02 | 27-05-2019 |
| 15 | 220.71 | 225.65 | 219.07 | 0.01 | 0.02 | 0 | 12.34.03 | 27-05-2019 |

4.4 Pengujian Sistem Proteksi Over Voltage

Pada pengujian sistem *over voltage setting point* tegangan diatur sebesar 380 V, uji coba *tripping* dilakukan dengan mengatur tegangan masukan dari *variable AC (variac)*. Dalam hal ini toleransi dari *over voltage* adalah +10% dari tegangan *setting* (tegangan *set jala-jala*).



Gambar 4.2 Gelombang Tegangan Over Voltage 420V

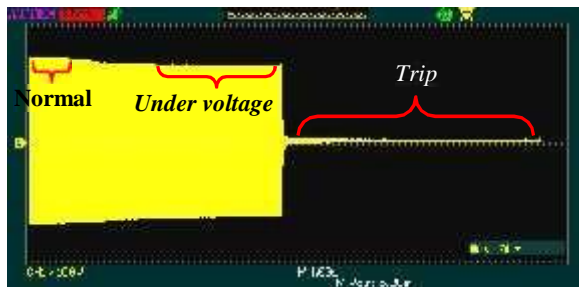
Gambar 4.2 menunjukkan gelombang tegangan *over voltage* yang diukur *line to line* keluaran dari kontaktor yang terhubung dengan beban 3 *phase* pada *oscilloscope* dengan menggunakan *differential probe*. Beban dijalankan dengan tegangan 380 V kemudian menaikkan tegangan pada *variac* sampai melebihi batas *maximum* (418V), jika tegangan melebihi batas *maximum* maka terdeteksi adanya gangguan *over voltage*. Kontaktor akan memutus aliran listrik pada beban, ketika kontaktor dalam keadaan *trip*, maka tegangan terukur adalah 0V seperti pada Gambar 4.2.

4.5 Pengujian Sistem Proteksi Under Voltage

Pada pengujian sistem *under voltage setting point* tegangan diatur sebesar 300 V, uji coba *tripping* dilakukan dengan mengatur tegangan masukan dari *variable AC (variac)*. Dalam hal ini toleransi dari



under voltage adalah -5% dari tegangan *setting* (tegangan *set* jala-jala).



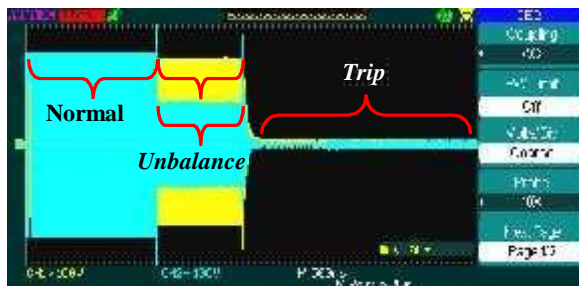
Gambar 4.3 Gelombang Tegangan *Under Voltage* 285 V

Gambar 4.3 menunjukkan gelombang tegangan *under voltage* yang diukur *line to line* keluaran dari kontaktor yang terhubung dengan beban 3 *phase* pada *oscilloscope* dengan menggunakan *differential probe*. Beban dijalankan dengan tegangan 380 V kemudian menurunkan tegangan pada variac sampai kurang dari batas *minimum* (285 V), jika tegangan kurang dari batas *minimum* maka terdeteksi adanya gangguan *under voltage*. Kontaktor akan memutus aliran listrik pada beban, ketika kontaktor dalam keadaan *trip*, maka tegangan terukur adalah 0 V seperti pada Gambar 4.3.

4.6 Pengujian Sistem Proteksi *Unbalance Voltage*

Pada pengujian sistem proteksi *unbalance voltage* dengan tegangan *setting* 380 V, pengujian ini didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.3), (2.4), (2.5).

Dari persamaan diatas dapat diketahui berapa *percent* tegangan mengalami ketidakseimbangan.



Gambar 4.4 Gelombang Tegangan *Unbalance Voltage*

Pada pengukuran gelombang tegangan *unbalance voltage* diukur *line to line* keluaran dari kontaktor yang terhubung dengan beban 3 *phase* pada *oscilloscope* dengan menggunakan *differential probe* 2 *channel*. *Channel 1* digunakan untuk mengetahui tegangan fasa R dan *channel 2* untuk mengetahui tegangan fasa S. beban diberikan tegangan 380 V, kemudian untuk mengaktifkan sistem proteksi *unbalance voltage* yaitu dengan menghilangkan salah

satu fasa pada sumber 3 *phase*, jika tegangan tidak seimbang melebihi batas *maximum* dan batas *minimum*, maka kontaktor akan *trip* dan tegangan terukur adalah 0 V seperti pada Gambar 4.4.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data hasil pengujian sistem proteksi *over voltage*, *under voltage* dan *unbalance voltage*, maka dapat disimpulkan beberapa hal pokok sebagai berikut:

- Hasil uji coba *tripping*, *over voltage* memiliki toleransi +10% dari *set point*. *Trip voltage* terukur pada tegangan 420 V.
- Hasil uji coba *tripping*, *under voltage* memiliki toleransi -5% dari *set point*. *Trip voltage* terukur pada tegangan 285 V.
- Hasil uji coba *tripping unbalance voltage* menunjukan bahwa nilai tegangan saat terjadi trip adalah fasa R-S 247 V dan S-T 350 V.
- Alat ini mampu menampilkan nilai arus beban dan tegangan ke *laptop/display* melalui media komunikasi *serial visual basic*.

5.2 Saran

- Sistem proteksi ini masih dapat dikembangkan lagi untuk dipergunakan lebih luas seperti monitoring menggunakan IoT (*Internet of Thing*) agar bisa diakses melalui jarak jauh.
- Membuat dan memilih sensor serta komponen yang memiliki ketelitian yang tinggi seperti sensor arus dan sensor tegangan yang dapat membedakan jenis gangguan



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, Bagus Arya, (2017). “ *Rancang Bangun Relai System Proteksi Undervoltage Dan Overvoltage Berbasis Mikrokontroller* “. Thesis Electrical Engineering, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [2] Raharja, Lucky Predigta Setiya And Sudiharto, Indhana And Sunamo, Epyk, (2011). ” *Sistem Pengaman Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Gangguan Unbalance Voltage Dan Overload* “. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Industri Dan Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri, Pens-Its, Surabaya, Indonesia.
- [3] Handajadi, Wiwik Sholeh, Ahmad, (2011). “ *Pembacaan Output Timbangan Digital Jarak Jauh Dengan Menggunakan Pemrograman Visual Basic 6.0* “. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industry, Intitute Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- [4] Wahjono, Endro. Suhariningsih. Feriditya, Achmad Rhana (2014). “ *Rancang Bangun Rele Pengaman Untuk Mengatasi Gangguan Motor Induksi 3 Fasa* “. Elektro Industri, Politeknik Elektrnika Negeri Surabaya.
- [5] Nova, Rendy Chandra (2018). “ *Simulasi Dan Monitoring Relai Diferensial Sebagai Proteksi Busbar Di Gardu Induk Tegangan Tinggi Dengan Konfigurasi Double Busbar Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Menggunakan Scada* “. Undergraduate Thesis, Universitas Diponegoro.
- [6] Anang Widianoro, Dwi Songgo P Achmad Nur Hidayat (2019). “ *Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus Listrik Dan Tegangan Pada Kabel Line Listrik Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega* “. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.
- [7] Rifdian Sudjoko, Hartono Hartono (2018). “ *Rancang Bangun Sistem Proteksi Generator Sinkron 3 Phasa Terhadap Arus Beban Lebih Dan Drop Tegangan Berbasis Mikrokontroler Arduino* “. Jurnal Penelitian, Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [8] Nugroho, Rochman Apriyanto (2018). “ *Simulasi Koordinasi Pmt Dengan Recloser Sebagai Proteksi Jaringan Tegangan Menengah Pada Prototipe Flisr (Fault Location Isolation Isolation And Service Restoration) Pada Maneuver Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Berbasis Arduino Mega2560* “. Udergraduate Thesis, Universitas Diponegoro.
- [9] Mousam Ghosh, Suman Ghosoh, Pradip Saha, Goutam Panda (2016). “ *Design And Implementation Of Pici16f877a Microcontroller Based Data Acquisition System With Visual Basic Based Gui* “. IEEE, Bangkok, Thailand.
- [10] Goib Wiranto, Grace A Mambu, Hiskia, I Dewa Putu Hermida, Slamet Widodo (2015). “ *Design Of Online Data Measuremenr And Automatic Sampling System For Continous Water Quality Monitoring* “. IEEE, Beijing, China.



Halaman ini sengaja dikosongkan

